

Disseny d'una màquina agroalimentària per la neteja i el tall de múltiples hortalisses

Miquel Cuyàs i Eduard Roca

Grau en Enginyeria Mecànica

Resum

El Treball de final de grau que es presenta, ha permès obtenir un disseny d'una màquina per a la neteja i tall de múltiples hortalisses. Aquesta nova màquina és una variant de les moltes màquines dedicades al sector de la neteja agrícola. La màquina permetrà una millora dels processos productius del món agrícola, i serà dissenyada perquè sigui accessible per a petites i mitjanes empreses.

La forma final de la màquina s'ha obtingut seguint totes les normatives aplicades al món industrial i amb un estricte disseny dels sistemes de seguretat. A mes a mes s'han realitzat càlculs analítics, simulacions i proves reals per assegurar el bon comportament de la màquina un cop aquesta sigui fabricada per a treballar a l'indústria agroalimentària.

1. Introducció

Com a conseqüència de la situació actual del món agroalimentari, les empreses busquen nova maquinària agrícola capaç de millorar els seus processos productius i per esdevenir més competitives en el mercat.

El disseny d'una nova màquina per la neteja d'hortalisses, és una bona idea per a millorar els sistemes productius. Els elevats costos de la maquinària agrícola fa difícil la inversió de petites i mitjanes empreses del món agrari.

Es projectarà una màquina per netejar múltiples hortalisses pensada per ser adquirida per aquestes empreses amb un manteniment senzill i accessible.

Després de la recerca d'idees per el projecte, es va contactar amb un empresari del món agroalimentari. Es tracta d'una empresa dedicada al cultiu i la venda de diferents hortalisses al mercat agroalimentari de tot Catalunya. L'empresa té lloc a la població de Viladecans.

L'origen del projecte té lloc en la necessitat de millorar el procés de producció de l'empresa. Un cop feta la recollida de les hortalisses, s'han de netejar per la seva venda. El procés de neteja de forma manual té un alt cost de temps, per això l'empresari ha pensat en el disseny d'una màquina capaç de netejar i tallar hortalisses.

Aquest nou disseny pot reduir el temps de treball i optimitzar la producció de l'empresa, aconseguint millors beneficis.

L'originalitat del projecte a sigut una de les principals causes per a la realització del projecte. El món

agroalimentari és un món que no sol destacar gaire, però els seus avenços tecnològics han sigut molt grans en els darrers anys. L'agroalimentària és una indústria que sempre està a primera línia ja que tothom necessita comprar i consumir aliments diàriament.

El projecte s'inicia amb la memòria que detalla les introduccions i objectius del projecte, seguidament d'una explicació de la màquina model i del disseny de la nova màquina per a netejar hortalisses.

Seguidament el segon bloc està format per els càlculs, simulacions i proves, que s'han realitzat al llarg de tot el projecte.

Finalment, el plec de condicions seguit dels pressupostos i els plànols, donen els últims detalls per a la confecció d'aquest projecte. Com a treball docent, es completarà amb les conclusions finals i els agraïments a totes les persones que han estat present durant la realització del projecte.

2. Màquina model

La màquina model, es una màquina que va ser utilitzada per l'empresa "Agrícola Xim Xim" fa uns anys. Aquesta màquina va servir per a millorar la producció, ja que netejava els porros de forma automatitzada. La màquina ha estat la guia per el nou disseny de la màquina de netejar hortalisses.



Fig. 1. Màquina model

Aquesta ja obsoleta, utilitzava una cinta transportadora per a transportar els porros dins de l'estructura on allà, es produïa el tall de les fulles i es netejaven les hortalisses.

Per a netejar els porros, feia us d'aigua a pressió i d'uns rodets que al girar colpejaven l'hortalissa i d'aquesta s'alliberava de tota la quantitat de fang i sorra acumulada.

La utilització va suposar un increment del 20% de la producció de l'empresa, però amb el pas dels anys i la gran recessió que ha afectat al país l'empresa no ha pogut adquirir una moderna màquina per a substituir l'antiga

3. Disseny de la màquina

Després d'analitzar la màquina model, es va a començar a dissenyar la nova màquina per a netejar hortalisses.

Estructuralment, el nou disseny es molt semblant al la forma estructural de la model.

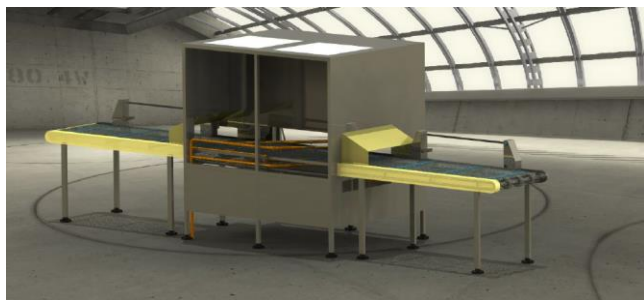


Fig. 2. Conjunt final de la nova màquina

La principal característica d'aquesta màquina és la incorporació de noves hortalisses en el procés de rentat i tallat. Això comporta un disseny en el que s'ha de tenir en compte cada una de les característiques de les múltiples hortalisses a netejar.

Per aquest fet, s'han introduït moltes modificacions respecte la màquina model. Els alls tendres, les cebes tendres y els porros, son hortalisses de característiques totalment diferents.

Una de les modificacions mes importants ha estat l'eliminació dels rodets netejadors, i incorporar un sistema de neteja basat exclusivament en la neteja amb aigua. En aquesta nova màquina la cinta te un recorregut total al llarg de la màquina i les hortalisses es queden netes mitjançant una sèrie de broquets col·locats estratègicament per a realitzar una neteja excel·lent.

Al treballar única i exclusivament amb aigua, tots els components estructurals han de ser fabricats amb acer inoxidable, per evitar problemes de corrosió i també assegurar la qualitat dels productes alimentaris.

Per aconseguir una millor neteja de les hortalisses, s'ha incorporat una cinta transportadora formada per una malla metàl·lica. Aquesta malla permet incorporar canonades a la part inferior de la cinta transportadora, per poder netejar per tots els angles possibles.

Per el que far el sistema de tall encarregat de tallar les fulles sobrants de l'hortalissa, s'han incorporat uns discs de tall amb un diàmetre major per aconseguir un tall amb mes velocitat i com a conseqüència un tal més net.

Finalment s'ha dissenyat un nou i innovador sistema de subjecció, que te com a missió aguantar l'hortalissa al llarg de tot el procés. Les pressions generades per els broquets produiran un moviment de l'hortalissa dins la màquina, per això es molt important poder tenir l'hortalissa ben subjectada.

Aquest sistema funciona mitjançant uns suports soldats a les parts laterals de la cinta transportadora, que mitjançant uns rodets interiors elevant la cinta d'agafament i així l'operari pot col·locar les hortalisses. A mesura que la cinta transportadora vagi avançant, el segon suport tornarà a unir la cinta de subjecció amb la cinta transportadora generant així una tensió a l'hortalissa que quedarà ben agafada per a la seva neteja.

La màquina ha estat dissenyada per a ser accessible a les petites i mitjanes empreses, tot hi així aquesta màquina es capaç d'incorporar tot una sèrie de millores que es poden incorporar en funció de les necessitats del client. Una d'aquestes millores es la reutilització de l'aigua, aquesta millora es molt important ja que ajuda a preservar el medi ambient i a reduir costos de producció.

El sistema funciona mitjançant una sèrie de dipòsits col·locats a la part inferior de la màquina, que utilitzen un sistema de decantació per filtrar l'aigua i que aquesta pugui ser utilitzada per el reg.



Fig. 3. Dipòsits de reutilització d'aigua

Actualment, a la indústria la seguretat per a fer front als riscos laborals es molt elevada. La màquina s'ha dissenyat seguint totes les mesures de seguretat que s'han pogut extreure de les normatives actuals i també dels professionals que han aportat coneixements tècnics durant la realització d'aquest projecte.

4. Càlculs

Els principals càlculs del projecte han demostrat el futur bon funcionament dels components de la màquina. Encara que l'estructura de la màquina no ha estat pensada per ser sotmesa a grans tensions, s'han realitzat càlculs estructurals per a validar els perfils del material AISI 304. Un cop demostrada la seva validesa utilitzant mètodes analítics, s'ha simulat amb el programa Siemens NX els perfils de l'estructura per esforços de compressió i flexió.

El pes a arrossegar per la cinta transportadora es un element a tenir en compte alhora d'escollir una cinta adient per la màquina. L'estudi analític per el mètode aproximat de

reducció a un eix, indica el parell motor mínim que ha de tenir aquest motor. El motor incorporat a la cinta transportadora extret del propi fabricant de la cinta, té unes característiques mecàniques adients per el bon funcionament de la màquina.

Una part crítica del projecte és el nou sistema de subjecció. Els suports estan situats a poca distància de la malla metàl·lica, aquest fet genera certa inquietud ja que en el cas d'aplicar una força excessiva, el suport es podria doblegar i tocar la malla metàl·lica provocant problemes de funcionament. Per aquest motiu s'han realitzat simulacions de deformació per assegurar que aquest problema no es produirà.

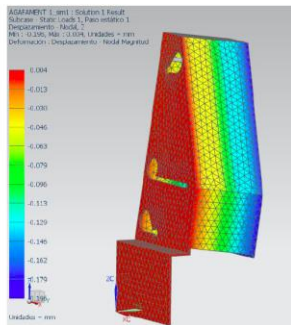


Fig. 4. Simulació de la deformació del suport d'entrada

La missió principal de la nova màquina es la neteja, els càlculs més importants realitzats en el projecte han estat els càlculs de tot el sistema de neteja.

Les hortalisses en el món de l'indústria agrícola es solen netejar a unes pressions d'entre 3-15 bars, ja que una pressió major podria ser d'anyina per les hortalisses. El més complicat dels càlculs ha estat l'obtenció d'una bomba hidràulica capaç d'arribar als requeriments de la màquina.

Un cop dissenyat el sistema de canonades i la distribució del nombre de broquets, s'han realitzat una sèrie de càlculs analítics per a trobar la pèrdua de càrrega del sistema hidràulic. Aquesta pèrdua es imprescindible per a poder calcular l'alçada manomètrica de la bomba hidràulica. Un cop obtinguda aquesta alçada i amb els valors de tots els cabals consumits per els broquets, només cal buscar un punt de funcionament d'una bomba hidràulica. Els fabricants posen a disposició totes les gràfiques per a que els enginyers puguin comparar els resultats i elegir la bomba correcta.

Per contrastar aquests càlculs, s'ha utilitzat el programa EPANET, aquest programa té la capacitat de simular de

forma molt real, diferents tipus de circuits hidràulics.

Fig. 5. Resultats simulació EPANET

Aquesta simulació es clau per assegurar que els càlculs obtinguts de forma analítica són correctes i la bomba escollida es adient per generar el cabal necessari demandat per els broquets.

Encara que els resultats analítics i les simulacions amb EPANET asseguruen el bon funcionament del sistema, encara es necessita comprovar que aquest sistema funcionarà a la perfecció, degut a la seva vital importància en el funcionament de la màquina.

La realització d'una prova real, donaria una validesa molt gran al sistema de neteja. Gràcies a l'empresa EUSPRAY que va facilitar uns broquets per a realitzar les proves, es va poder posar en pràctica el funcionament del sistema.

Es va instal·lar a l'empresa "Agrícola Xim Xim" un sistema hidràulic capaç de proporcionar 15 bars de pressió als broquets. Un cop instal·lat, es va procedir a la neteja de l'hortalissa amb el broquet real. Els resultats van ser molt positius, ja que amb aquesta simulació es pot assegurar la completa neteja de l'hortalissa.



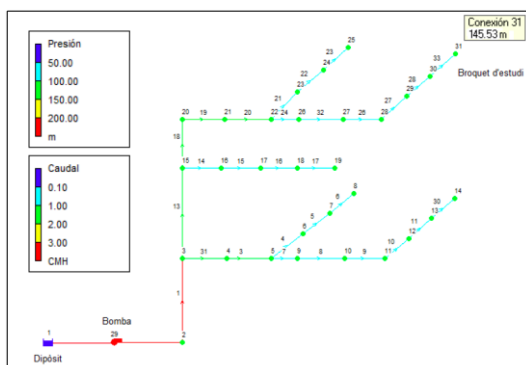
Fig. 6. Contrast de la prova de neteja

5. Pressupost

Aquesta màquina ha estat dissenyada per a ser adquirida per petites i mitjanes empreses del món de l'agricultura. Normalment aquest tipus d'empresa s'encarrega de cultivar més d'un tipus d'hortalissa. Això provoca un alt cost de la inversió si es necessita adquirir maquinària per a cada un dels seus productes. Per aquest motiu, el disseny de la màquina es adient per els empresaris petits que volen tornar aixecar cap en el competitiu món de l'agricultura.

La màquina de netejar múltiples hortalisses, permet reduir els costos en mà d'obra d'una forma notable. Aquesta reducció dels costos de mà d'obra donarà pas a poder abaratir el preu de l'hortalissa i així poder ser més competitiu en el mercat.

Es molt difícil aconseguir una quantitat exacte de guanys, ja que entren molts factors en joc. Tot hi així, es pot fer una aproximació. L'empresa "Agrícola Xim Xim" fa servir de 8



a 15 operaris per a netejar un lot de 5.000 porros durant unes 4h. Aquesta màquina podria aconseguir netejar els 5.000 porros en unes 4h però només utilitzant 2 operaris.

Aquesta disminució de la mà d'obra pot donar pas, a que els 12 operaris restants es puguin ocupar d'altres feines i així augmentar la rapidesa de la producció.

En un mercat on les petites diferències són molt importants, ja que el preu per unitat és molt baix, tota millora en el teu sistema productiu pot generar noves oportunitats de mercats i una bona competitivitat industrial.

Donada l'experiència del director de l'empresa "Agrícola Xim Xim" l'ús de màquines agrícoles per a la neteja d'hortalisses pot reduir un 15% el cost del producte. Amb aquest valor es pot calcular com afectaria aquesta reducció durant els mesos de producció d'aquesta hortalissa.

Preu unitat Actual	Preu unitat Futur (-15%)	Lot diari	Preu de venda actual	Preu de venda futur	Diferència total (€)	Diferència mensual total (€)
0,15(€)	0,12(€)	5000 unitats	750	600	150	3600 (€)

Tabla 1. Beneficis mensuals

Els càlculs donen un benefici de 3600 € mensuals. Aquesta quantitat té moltes lectures i pot ser utilitzada de diverses maneres. En el cas que l'empresari decidís mantenir els seus preus, tindria uns beneficis aproximats de 3600 € i podria augmentar la seva producció gràcies a la reducció de mà d'obra en la neteja de les hortalisses.

Una altra forma seria baixar els preus de la unitat i així ser més competitiu per aconseguir arribar a mercats més grans i tenir més beneficis.

El cost de la màquina és de 38.000 euros. Amb un benefici d'uns 3600 € estaria amortitzat al cap d'aproximadament 9-10 mesos.

6. Conclusions

Ja sigui analíticament o realitzant una simulació, els resultats obtinguts són gairebé idèntics. Tots els elements inclosos en el nou disseny, que han sigut estudiats, són recolzats pels càlculs i es consideren totalment vàlids.

La realització real de la neteja de les hortalisses mitjançant el broquets va ser un èxit, i es pot constatar que el sistema de neteja funcionarà a la perfecció.

Tenint en compte que la màquina utilitza grans quantitats d'aigua pel seu funcionament, s'ha dissenyat per a que pugui incorporar sistemes de reutilització d'aigua, i una bomba hidràulica que optimitza el seu consum.

Econòmicament, aquest model dissenyat per és molt competitiu. Els preus de les màquines actuals del mercat tenen un preu un 20-35% més elevat. A més a més, la nova màquina és capaç de netejar més d'una hortalissa, cosa que la competència del mercat no pot fer.

La competitivitat de la nova màquina, tant econòmicament com funcionalment, fa que les petites i mitjanes empreses puguin adquirir-la i així millorar els seus mètodes productius. Al poder netejar múltiples hortalisses, obre un

món de possibilitats per a petites i mitjanes empreses que normalment tenen més d'un producte.

El guany en hores, gràcies a l'automatització de la neteja d'hortalisses, origina un abaratiment en els costos de producció. Al ser capaç d'abaratir el teu producte, l'empresa és molt més competitiva en el mercat i això

Poder treballar sobre el terreny amb maquinària real, dona lloc a poder comprendre millor el món de la indústria agrícola. Ha sigut molt enriquidor poder treballar en una situació real i poder donar una solució a un problema.

La complexitat de dissenyar una màquina d'aquestes característiques ha donat peu a adquirir un grapat de nous coneixements. Les competències adquirides durant la titulació no han estat suficients per a la realització d'aquest projecte. Per això, ha sigut molt important poder treballar amb professionals del sector.

Si es comparen els coneixements al començar el projecte i els coneixements al finalitzar-lo, es pot intuir les grans quantitats d'aspectes i competències adquirides. Al tractar-se d'un projecte de caràcter docent, es pot concloure que a donat peu a l'aprenentatge al llarg de la seva realització.

7. Agraïments

Es vol expressar l'agraïment a totes aquelles persones que han participat, i que amb el seu suport, han fet possible la realització del treball final de grau. Es vol agrair als tutors Joan Sangrà i Juanjo Aliau la seva ajuda, la seva paciència i l'amabilitat dispensada durant aquests mesos de treball.

A la Montserrat Carbonell, del departament d'Enginyeria de Fluids de l'EPSEVG, per a dedicar el seu temps i paciència en aquest projecte.

A l'empresa "Agrícola Xim Xim" per deixar l'ús de les seves instal·lacions i els seus consells per a realitzar aquest projecte i, sobretot, a en Maurici Bosch, propietari de l'empresa, per tot el seu temps dedicat i la seva confiança.

A tots els amics i familiars que han aportat el seu petit gra de sorra i han recolzat aquest projecte de forma indirecte i incondicional.

Referències

- [1] Blevin R.D., "Applied Fluid Dynamics Handbook", van Nostrand Reinhold Co. Inc. (1984)
- [2] Jordi Bosser, "Vadecúm de mecànica de fluids y maquinas hidraulicas" ETESIMB (1979)